高周波スパッタ法による作製した高輝度緑色薄膜 EL 素子

正会員 大 西 秀 臣[†]

あらまし ZnS:Tb, F 薄膜は、フルカラー EL ディスプレイの緑色発光体として注目されている。緑色薄膜 EL 素子の高発光輝度化を目的として、高周波スパッタ法により ZnS:Tb, F 膜を形成し、成膜条件と膜質の関係、交流薄膜 EL 素子の発光特性を調べた。まず、アルゴン、ネオン、ヘリウムおよび 60% のアルゴンと 40% のヘリウムの混合ガスをスパッタガスとして用い、スパッタ中のガス圧が発光層の電気・光学特性と結晶性に与える影響について検討した。MS 構造直交流 EL 素子における発光層中の電界強度と発光効率および X 線回折による結晶性の評価に関する実験結果から、混合ガス雰囲気中で約 4 Pa の圧力で形成した発光層の性質が最も優れていることが判明した。次に、基礎研究の成果をふまえて、Ta₂O₅:Al₂O₃ 混合絶縁層で発光層を挟み込んだ交流 EL 素子を作製した。試作した緑色発光素子において、駆動周波数が 5 kHz の条件で、9600 cd/m² の発光輝度が得られた。

1. ま え が き

稀土類元素の弗化物で付活した硫化亜鉛のエレクトロルミネッセンス (EL) は、稀土類元素の *f-f* 遷移にもとづく固有の発光色を示す。たとえば、サマリウムは赤橙色、テルビウムは緑色、ツリウムは青色で発光する。稀土類弗化物付活の EL がルモセンという名称で発表されたのは 20 年前のことで¹⁾、以来マルチカラーあるいはフルカラーディスプレイへの応用を目指した研究が精力的になされている。なかでも、緑色で発光する ZnS:Tb, F は、最も高い発光輝度を示し、フルカラー EL ディスプレイの 3 原色の緑色発光体として注目されている。従来の研究では、電子ビーム蒸着法により ZnS:Tb, F 蛍光膜を作製している^{2)~4)}。電子ビーム蒸着法は、硫化亜鉛と弗化テルビウムの混合粉末をペレット状に成形し、加熱蒸発させて発光層を作製する。電子ビーム蒸着法で作製した ZnS:Tb, F 薄膜は、弗化テルビウムのクラスタを多数含有する⁵⁾。クラスタの存在が緑色発光 EL 素子の高発光輝度化の障害となっているのとの観点から、高周波ス

パッタ法による発光層の作製が提案された⁶⁾。

高エネルギーイオンで固体表面を衝撃すると、固体表面から原子あるいは分子がはじき出される。これをスパッタリングと呼び、各種の薄膜形成に応用されている。スパッタ現象を ZnS:Tb, F 薄膜の作製に適用すれば、弗化物は硫化亜鉛母体中に均一に分散され、高発光輝度化を達成できると考えられた。実際、スパッタ法で作製した ZnS:TbEL 素子は、駆動周波数 5 kHz において 3700 cd/m² 以上の最大発光輝度をもち、当時の技術水準としては 2 倍の高性能化であった⁵⁾。実用化されている EL ディスプレイは、黄橙色発光の ZnS:Mn を発光層として用いたもので、フレーム周波数は 60~100 Hz である。発光輝度が周波数に単純に比例するものとして、緑色発光素子の最大発光輝度 3700 cd/m² を 60 Hz に換算すると、約 40 cd/m² である。発光開始電圧に変調電圧を加えた動作点で表示パネルを点灯するという実際の駆動条件では、最大値の 1/2~1/3 の発光輝度に低下する。実用上 50 cd/m² 以上の明るさが要求されるので、緑色発光素子をディスプレイとして応用するためには、数倍の高発光輝度化が望まれる。

緑色発光薄膜 EL 素子の高性能化を目的として、高周波スパッタ法による ZnS:Tb, F 発光素子の作製法について一連の研究を行った。その結果、周波数 5

[†] 愛媛大学 工学部

"Bright Green-Color Thin-Film EL Devices Grown by RF-Sputtering" by Hideomi Ohnishi (Faculty of Engineering, Ehime University, Ehime)

kHzにおいて9600 cd/m²の最大発光輝度を有する緑色発光薄膜交流EL素子の試作に成功した。本論文では、発光層の成膜条件に関して得られた一連の実験データと、試作した交流EL素子の発光特性について述べる。

2. 実験方法

2.1 ZnS:Tb, F 薄膜の作製

出発物質である弗化テルビウム粉末と硫化亜鉛粉末は、多量のガスと水分を吸着している。吸着ガスは高発光効率のEL膜の形成に対して有害であるので、1気圧のアルゴン雰囲気中で約900°Cの温度で3時間熱処理して、弗化テルビウムと硫化亜鉛の混合粉末を脱ガスした。熱処理後、粉末を石英シャーレに仕込んで、スパッタ用ターゲットとして用いた。仕込み濃度にして、4～6 wt%の弗化テルビウムをターゲットに添加した。

薄膜の作製には、平行平板形の2極高周波スパッタ装置を用いた。排気系は水冷バッフル付き油拡散ポンプと油回転ポンプで構成されている。不活性ガスを導入する直前で 3×10^{-4} Pa以下となるように高真空排気し、真空容器内に設けられているヒータでガラス基板と真空容器を加熱脱ガスした。スパッタガスとして、アルゴン、ネオン、ヘリウムおよびアルゴン(60%)とヘリウム(40%)の混合ガスを用いた。圧力の測定には電離真空計を用い、測定子の感度係数で直読値を除いてスパッタ中のガス圧を求めた。

代表的なスパッタ条件を表1に示す。スパッタガスの種類によってスパッタ率が異なるため、蒸着速度が20～50 nm/minの範囲におさまるように、高周波電力を適宜調節した。120°C以下の基板温度で成膜すると発光層が剥離することがあり、膜の剥離を防止する目的でスパッタ中200～300°Cの温度で基板加熱を行

った。表1に示したガス圧は代表的な値であるが、スパッタ中のガス圧は発光層の特性に顕著な効果をもつ。本研究では、主にスパッタ中のガス圧を成膜パラメータとして選定し、ZnS:Tb, F薄膜の結晶性と発光特性との相関を調べた。

2.2 素子構造

研究目的を達成するために、あらかじめ透明電極(ITO)が蒸着されているガラス基板(HOYA NA-40)の上に、発光層、絶縁層、アルミニウム電極を逐次形成し、図1に示しているような2種類の構造の素子を作製した。ひとつは、透明電極とアルミニウム電極でZnS, Tb, F膜を直接挟み込んだ、MS構造直流EL素子である。もうひとつは、2枚の絶縁層でZnS:Tb, F発光層を挟んだ、2重絶縁層構造交流EL素子である。一般に、交流EL素子の特性は、発光層と絶縁層の両者の特性に依存する。発光層の特性だけをピックアップするために、直流EL素子を作製した。

6 wt%のAl₂O₃を含有したTa₂O₅をターゲット材として、発光層の形成の場合と同型機種のスパッタ装置により、Ta₂O₅:Al₂O₃混合絶縁層を作製した。表2に示しているように、スパッタガスはアルゴン(70%)と酸素(30%)の混合ガス、高周波電力は3.82 W/

図1 試作した素子の断面構造図

Cross-sectional construction of fabricated devices; (a) MS-structure, (b) doubly-insulating-layered structure.

表1 ZnS:Tb, F 蛍光膜のスパッタ条件
Sputtering conditions of ZnS:Tb, F phosphor thin films.

スパッタガスの種類	Ar	Ne	He	Ar(60%)+ He(40%)
成膜中のガス圧 (Pa)	1.45	6.2	17.7	3～5
高周波電力 (W/cm ²)	1.27	1.81	3.82	1.27～1.91
ターゲット電極と基板電極の間の距離 (mm)	40	40	40	35
基板温度 (°C)	200～300			
蒸着速度 (nm/min)	20～50			

表2 Ta₂O₅:Al₂O₃ 混合絶縁層のスパッタ条件
Sputtering conditions of Ta₂O₅:Al₂O₃ composite insulator films.

スパッタガス	Ar(70%)+O ₂ (30%)
成膜中のガス圧 (Pa)	～3
高周波電力 (W/cm ²)	3.82
ターゲット電極と基板電極の間の距離 (mm)	35
基板温度 (°C)	～200
蒸着速度 (nm/min)	3

図 2 測定システムのブロック図
Block diagram of measuring system.

cm²，蒸着速度は 3 nm/min である．Ta₂T₅:Al₂O₃ 混合絶縁層は，3 MV/cm 以上の高い絶縁耐圧と 17 の比誘電率をも⁷⁾．交流 EL 素子の構成要素として Ta₂O₅:Al₂O₃ 混合絶縁層を採用することによって，素子の破壊余裕度を高めることができる．

2.3 測定方法

発光輝度を L (cd/m²)，単位面積当たりの入力電力を p (W/m²) とし，発光面の性質が完全拡散面であると仮定すれば，発光効率 η (lm/W) は次式で与えられる．

$$\eta = \pi L / p \quad (1)$$

直流電流を定常に流している直流 EL 素子の入力電力は容易に測定できる．交流 EL 素子の場合，変位電流と伝導電流が重畳して流れるので，入力電力を以下のようにして求めた．

図 2 は，ソーヤ・タウワ回路を含む測定システムの概略図である．ソーヤ・タウワ回路では，パルス発振器，EL 素子，標準コンデンサ C_s が直列に接続されている．標準コンデンサの両端に現れる電圧のピーク値を V_c とすれば，EL 素子に蓄積される電荷量 Q_p は $C_s V_c$ である．印加電圧のピーク値 V_{op} と Q_p の関係は，図 2 の挿入図のようになる． Q_p - V_{op} 特性から，発光層中を移動する電荷密度 ΔQ (C/m²)，および発光層のツェナー電圧 V_{cz} を求める．駆動周波数が f のときの入力電力密度を次式から算出する⁸⁾．

$$p = 2f \Delta Q V_{cz} \quad (2)$$

Q_p - V_{op} 特性の直線の傾斜から絶縁層と発光層に対応する静電容量が求められ，硫化亜鉛の比誘導率を 8.3 とし発光層の膜厚を算出した．

3. 発光層の評価

3.1 電気・光学特性

EL 素子の発光特性を決めているファクタのひとつ

図 3 発光層中の電界強度とスパッタガス圧の関係
Relationships between electric field in the active layer and gas pressure during sputtering.

は，発光層に印加されている電界の強さである．MS 構造素子を用いて，直流電流密度が 3.2 mA/cm² であるときの発光層中の電界強度を測定した．図 3 は，電界強度とスパッタ中のガス圧の関係を示したものである．なお，ガス圧は校正された電離真空計を用いて測定した．図からわかるように，ガス圧を増加すると電界強度は減少し，電界強度のガス圧依存性は定性的にはガスの種類に無関係である．高圧側でスパッタするとき，排気系の主バルブを調節して低い排気速度の状態で発光層を形成するため，真空容器内壁から放出されるガスが充分排気されない．そのために，とくに酸素によって膜が汚染され，発光層の抵抗が減少したもののと思われ，スパッタガスの精製，ガス流量の調整など，酸素汚染の防止に努めた．現有設備に関係した問題もあって，完全に酸素フリーの状態を実現できなかったが，実験結果が膜の本来の特性を表すように注

図 4 直流 EL 素子の発光効率とスパッタガス圧の関係
Relationships between luminous efficiency in DCEL device and gas pressure during sputtering.

図 5 X 線回折強度 $I(111)/d$ とスパッタガス圧の関係
Relationships between X-ray diffraction intensity $I(111)/d$ and gas pressure during sputtering.

意した。

MS 構造素子に閾値以上の電圧を印加すると、電流が流れ素子は発光する。発光輝度は電流に比例して増加するが、高電流密度領域で発光輝度は飽和傾向を示す。絶縁層をもたないので印加電圧が直接発光層にかかり、電圧を上昇すると発光輝度は急勾配で増加する。発光開始電圧をわずかに越えた領域では発光効率は急増し、ある電圧で発光効率は最大となり、さらに電圧を上昇すると発光効率はかえって低下する。最大効率を発光層の性能評価の対象として選び、成膜時のガス圧と最大発光効率の関係を調べた。図 4 は、得られた結果を示したものである。アルゴン、ネオン、ヘリウムの場合、低圧側でスパッタした発光層は発光効率が高い。アルゴンとヘリウムの混合ガスの場合、3.5 Pa で発光効率の高い膜が得られている。ネオンとヘリウムでは、図 4 に示した圧力よりも低い領域でスパッタすれば発光効率がさらに増加するものと予想できるが、実際には放電が不安定であったので実験されていない。

3.2 発光層の結晶性

発光層の結晶性を評価する手段として、Cu-K α 線による X 線回折の実験を行った。スパッタ膜の場合、28.4°~28.5°の回折角 2θ に強い回折線がみられ、それ以外の回折線は極めて弱いあるいは観察されなかった。28.5°近傍に現れる回折線は、ジンクブレンド結晶構造の(111)面からの反射 X 線である。図 5 は、(111)回折線の強度を発光層の膜厚で除した値、すなわち規格化強度 I/d とスパッタ中のガス圧との関係を示したもので、ガスの種類による回折強度を比較でき

表 3 X 線回折パターンの解析結果と電子プローブ微小分析法 (EPMA) による F/Tb 比の測定結果

Sumarized data obtained form X-ray diffraction measurements and electron probe micro analysis.

スパッタガスの種類	Ar	Ne	He	Ar(60%) +He(40%)
成膜中のガス圧 (Pa)	1.45	6.2	17.7	3.5
回折強度 $I(111)/d$	1.0	0.87	1.4	3.5
回折角 2θ (deg.)	28.40	28.48	28.45	28.45
回折線の半値幅 $\Delta 2\theta$ (deg.)	0.37	0.35	0.35	0.29
F/Tb	1	1	1	0.5

るようにプロットしている。ガス圧を高くすると、アルゴンの場合 I/d は大きくなり、ネオンとヘリウムの場合 I/d が小さくなっている。スパッタガスとして混合ガスを用いた場合、3.5 Pa で I/d が最大になる。X 線回折強度 I/d 、MS 構造素子の発光効率および電界強度のガス圧依存性を総括して考察すると、スパッタ中のガス圧は表 1 に示した値が妥当であると結論される。そこで、表 1 に示したガス圧でスパッタ成膜した発光層について、回折強度 $I(111)/d$ 、回折角 2θ 、回折線の半値幅 $\Delta 2\theta$ を比較してみる。表 3 は X 線回折パターンの解析結果を整理したもので、表中には電子プローブ微小分析法 (EPMA) によって得た F/Tb も示している。最近、高性能な発光層を形成するためには、テルビウム濃度だけでなく弗素濃度も重要であるとの議論が出ており、報告によると、 F/Tb は 0.5~1.5 の値をもつことが望ましい⁹⁾。本研究の結果は、既報値の範囲内である。

表3の結果から、スパッタガスの種類の選定に関する情報を得ることができる。回折強度は基板面に平行に並んでいる(111)面の計数値であり、回折強度は膜の配向性の良さを表す。アルゴンとヘリウムの混合ガス中でスパッタ成膜した発光層は、回折強度が最も大きく配向性が良い。回折角は(111)面の間隔に依存するパラメータで、硫化亜鉛単結晶では回折角は 28.5° である。表3に示した回折角は $28.40^\circ \sim 28.48^\circ$ であり、発光層の(111)面間隔は単結晶よりも広がっている。不純物として添加したテルビウムは、母体格子点あるいは格子間の位置を占める。 Tb^{3+} と Zn^{2+} のイオン半径は 0.096 nm と 0.075 nm であり、 Tb^{3+} のイオン半径は大きい。 Tb^{3+} が母体格子の亜鉛と置換しても、また格子間に侵入しても、母体格子を大きく歪ませ、面間距離は広がる。アルゴンスパッタの場合、アルゴン分子が膜中によく取り込まれ、スパッタ成膜法のひとつの問題とされている。スパッタガス分子が膜中に侵入すると、やはり母体格子を歪ませる。表3の結果をみると、アルゴンでスパッタした膜の格子歪みは最も大きく、アルゴンはスパッタガスとして適さないといえる。回折線の半値幅は、薄膜を構成している結晶粒子の大きさ、とくに基板面に平行な方向の粒径を反映する。表3の結果は、混合ガス雰囲気中で成膜した発光層の粒径が最も大きいことを示している。以上の考察から、アルゴンとヘリウムの混合ガスがスパッタガスとして最適であると判断される。しかし、ネオンでスパッタした発光層は高い直流EL効率と少ない歪みをもち、ネオンは優れたスパッタガスとしての潜在的な可能性を備えており、さらに詳細な実験が必要と思われる。

4. 交流EL素子の特性

仕込み濃度にして6 wt%の弗化テルビウムを含有する硫化亜鉛の粉末ターゲットを用いて、アルゴン60%とヘリウム40%の混合ガス中で $\text{ZnS}:\text{Tb}$, F発光層をスパッタ成膜した。スパッタ条件は表1に示したものと同一で、発光層の厚さは $550 \sim 650 \text{ nm}$ である。絶縁層の厚さは、発光閾電圧と素子の耐圧を考慮して、ここでは約 300 nm としている。素子駆動用パルス発振器の出力波形は、パルス幅が $40 \mu\text{s}$ 、立上がりとし下がり時間は $1 \mu\text{s}$ である。発振器の出力インピーダンスを評価していないが、無負荷の状態と素子を接続した状態においてパルス波形に差が認められなかった。基礎特性測定用に試作した小型素子に対して発振器の内部抵抗は充分低い。

図6は、駆動周波数を変えて測定した、輝度-電圧

図6 交流EL素子の輝度-電圧特性
Luminance-voltage characteristics of AC EL device.

特性である。発光閾電圧は $190 \sim 220 \text{ V}$ で、発光開始電圧以上の領域で発光輝度は急増し、 250 V を越えると発光輝度の電圧依存性は緩やかになる。駆動周波数が 5 kHz 、ピーク電圧が 310 V の動作条件のもとで、発光輝度は 9600 cd/m^2 である。公表されている最新のデータを拾い上げてみると、従来のスパッタ法で作製された素子において $\sim 5000 \text{ cd/m}^2$ ¹⁰⁾、多源蒸着法で $\sim 3200 \text{ cd/m}^2$ ¹¹⁾、2源蒸着法で $\sim 6000 \text{ cd/m}^2$ ¹²⁾、有機金属化学気相成長法で 5000 cd/m^2 ¹³⁾、電子ビーム蒸着法で 5300 cd/m^2 ¹⁴⁾である。これらの値と比較すれば、本研究で試作した素子がいかに高発光輝度であるかということを理解できる。また、発光効率はサンプルによって多少異なるが、駆動周波数 100 Hz の条件において最大値で $0.9 \sim 1.1 \text{ lm/W}$ であった。

5. む す び

緑色発光薄膜EL素子の高性能化を目的として、アルゴン、ネオン、ヘリウムおよびアルゴン(60%)とヘリウム(40%)の混合ガス雰囲気中で $\text{ZnS}:\text{Tb}$, F蛍光膜を高周波スパッタ法により作製した。まず、スパッタ中のガス圧が発光層の特性に与える影響について調べ、直流EL効率と結晶性から判断して、スパッタガスとして混合ガスが適していることを述べた。次いで、2重絶縁層構造交流薄膜EL素子を作製し、発光特性を測定した。試作した素子は、周波数が 5 kHz の駆動条件において 9600 cd/m^2 の発光輝度を示す。本研究では、混合ガスの組成比を一定にして実験したが、今後は組成比の最適化を行い、さらに高性能な素

子の開発が期待される。

X線回折とEPMAの測定をして頂いた、富士通研究所の岡元謙治博士に深く感謝する。実験データの整理に協力された大学院生の岩瀬龍太郎君と山崎善通君に心より感謝する。本研究の一部は富士ゼロックスの学術協力によりなされた。記して感謝の意を表す。

(昭和63年2月29日受付)

[参 考 文 献]

- 1) D. Kahng: "Electroluminescence of Rare-Earth and Transition Metal Molecules in II-VI Compounds via Impact Excitation", Appl. Phys. Lett., **13**, 6, pp. 210-212 (Sep., 1968)
- 2) K. Okamoto and Y. Hamakawa: "Bright Green Electroluminescence in Thin-Film ZnS: TbF₃", Appl. Phys. Lett., **35**, 7, pp. 508-511 (Oct., 1979)
- 3) L. G. Hale, B. Garcia, R. D. Ketchpel and T. C. Lim: "Multi-Color Thin Film Emitters", 1980 IEDM Dig. 27. 6, pp. 719-722 (1980)
- 4) H. Kobayashi, S. Tanaka, T. Kuno, M. Shiiki and H. Sasakura: "Various Tb-Compound Luminescent Centers in ZnS Thin-Film Electroluminescent Devices", Proc. SID, **25**, 3, pp. 187-192 (1984)
- 5) S. Miura, K. Okamoto, S. Sato, S. Andoh, H. Ohnishi and Y. Hamakawa: "Green Color ACTFEL with Sputtered ZnS: TbF₃", Proc. 3rd Int. Display Res. Conf., 4. 3, pp. 84-87 (1983)
- 6) H. Ohnishi, N. Sakuma, K. Ieyasu and Y. Hamakawa: "Efficient D-C Electroluminescence from ZnS: Mn and ZnS: TbF₃ Thin Films Prepared by RF Sputtering", J. Electrochem. Soc., **130**, 10, pp. 2115-2117 (Oct., 1983)
- 7) Y. A. Ono, H. Kawakami, M. Fuyama and K. Onisawa: "Transferred Charge in the Active Layer and EL Characteristics of TFEL Cells", Jpn. J. Appl. Phys., **26**, 9, pp. 1482-1492 (Sep., 1987)
- 8) H. Ohnishi, Y. Yamasaki and R. Iwase: "Bright-Green TFEL Devices Using Sputtered ZnS: Tb, F", SID Int. Symp. Dig. Tech. Papers, **13**, 3, pp. 238-241 (1987)
- 9) A. Mikami, T. Ogura, K. Tanaka, K. Taniguchi, M. Yoshida and S. Nakajima: "Tb-F Emission Centers in ZnS: Tb, F Thin Film Electroluminescent Devices", Proc. 6th Int. Display Res. Conf., Pl. 4, pp. 132-135 (1986)
- 10) 吉田, 三上, 小倉, 田中, 谷口, 中島, 猪口: "緑色・赤色薄膜EL材料", 学振光電相互変換第125委員会第115回研究会資料, pp. 19-23 (Sep., 1985)
- 11) T. Nire, T. Watanabe, S. Tanda and S. Sano: "Low-Drive-Voltage TFEL Devices Prepared by Multisource Deposition Method", SID Int. Symp. Dig. Tech. Papers, **13**, 4, pp. 238-241 (1987)
- 12) S. K. Tiku, M. A. Mazed and M. P. R. Panicker: "Green ACTFEL Display Deposited by Co-evaporation", Electrochem. Soc. Extended Abstracts Vol. 84-2, pp. 1718-1719 (Oct., 1987)
- 13) K. Hirabayashi, H. Kozawaguchi and B. Tsujiyama: "Color Electroluminescent Devices Prepared by Metal Organic Chemical Vapor Deposition", Proc. 6th Int. Display Res. Conf., 7. 5, pp. 254-257 (1987)
- 14) R. Fukao, T. Manabe and Y. Hamakawa: "High-Brightness Low-Driving-Voltage ZnS: TbF₃ Thin Film Electroluminescent Devices", Electrochem. Soc. Extended Abstracts Vol. 84-2, pp. 1718-1719 (Oct., 1987)

おおいし ひでおみ
大西 秀臣 昭和46年、徳島大学大学院工学研究科修士課程修了。同年、愛媛大学工学部助手。57年、同講師。59年、同助教授となり、現在に至る。薄膜ELの研究に従事。工学博士。正会員。

Gas Discharge Color Panel with Ultra Low Reflectance

by Tetsuo Sakai and Masatoshi Wada

A full color gas discharge panel is still insufficiently bright for use as a high definition display, so increasing contrast or reducing reflectance should be regarded with more importance than increasing brightness, especially for viewing in a light illuminated room.

We propose a panel which has micro color filters coated on inner surface of the faceplate. The each filters transmit lights emitted from the cells and absorb ambient lights of other color components.

We examined nearly three-hundred inorganic chemicals and their coating techniques, and found that the ion exchange (staining) method can form the red filter, and the thick film printing method can form the green and blue filter. A TV picture is displayed on the panel with the following performance: cell pitch; 0.7 mm; cell number, 60×60 ; filter transmittance, nearly 70%; reflectance, 2.6%; luminous efficacy, 0.15 lm/W; brightness, 70cd/m²; gray level, 8bits; contrast, 40.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 42, No. 10 (1988) 1084~1090

Bright Green-Color Thin-Film EL Devices Grown by Rf-Sputtering

by Hideomi Onishi

The green-emitting ZnS: Tb, F thin films were deposited by rf-sputtering. Argon, neon, helium, and an argon-helium gas mixture were investigated as sputtering gases. Crystallinity and dc-electroluminescent (EL) efficiency were studied as a function of gas pressure during sputtering. It was found that good crystallinity and efficient EL thin films can be grown when the sputtering deposition is made at around 4 Pa, using the mixture of 60%-argon and 40%-helium as a sputtering gas. At the next stage, ac-EL devices were fabricated in which the ZnS: Tb, F active layer was sandwiched between two insulator layers of Ta₂O₅: Al₂O₃ compound. The green-color EL device developed in this way exhibits 9600 cd/m² at a driving frequency of 5 kHz.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 42, No. 10 (1988) 1091~1096

High Resolution Large Area 1000×700 Dot Thin-Film Electroluminescent Display Panel

by Junichi Owaki, Haruki Ozawaguchi and Bunjiro Tsujiyama

A large capacity, 704×1024 dot TFEL display panel with a density of 4.2 lines/mm was fabricated. In this paper, the limitations of large capacity TFEL panel scales and a design technique for TFEL film thickness parameters are described. In this panel for driving, 1024 columns of data are transmitted in parallel in four divided sections of 256 lines each, and 704 rows are interlace-scanned at a frame frequency of 70Hz. In addition, a stacked insulator structure is employed to overcome the breakdown tendency of TFEL panels. As a result, because a clear display of 50 cd/cm² luminance for each selected pixel was obtained without flicker, the feasibility of a large capacity TFEL display panel is established.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 42, No. 10 (1988) 1097~1103